

**ACTUALIZACION Y AMPLIACION  
DE MEDICIONES: Presión, Caudal,  
Nivel y densidad de líquidos, y Temperatura.**  
NUEVA EDICION 2005

Duración: 5 días

M - 80



**Tiempo Real SA**

Formación en Control de Procesos

Córcega, 80 bajos - 08029 Barcelona

Tel. 93 410 1749 - Fax 93 419 0632

e-mail: cursos@tiemporeal.es

<http://www.tiemporeal.es>

**Prerrequisito:** haber asistido con anterioridad a alguno de los Módulos de Formación siguientes de Tiempo Real S.A. (TRSA):

- M-39 1ª edición. Medición de variables P, T, L, y F, 5 días,
- M-48 Instrumentación y control, 3, 4, o 5 días, o
- M-15 Curso básico de control de procesos, 10 días

o tener una formación equivalente sobre Medición de dichas variables en la industria.

**Objetivo del curso:** *refrescar los conocimientos de antiguos alumnos de TRSA permitiéndoles hacer consultas sobre conceptos ya vistos, y con la oportunidad de oír las explicaciones sobre muchos temas que han sido ampliados, y otros nuevos que no fueron incluidos en los módulos hasta ahora desarrollados.* Cada asistente recibirá un ejemplar del libro «MEDICIONES EN LA INDUSTRIA DE PROCESO», de J.Amable González López de casi 600 páginas en tamaño DIN A4 con mas de 300 figuras.

**Plan para desarrollarlo:** *de los temas ya cubiertos por los módulos citados en «Prerrequisito», que aparecen en el programa y están escritos en letra pequeña, se hará un repaso rápido y se aclararán las dudas que se pregunten, verbalmente si la contestación puede ser breve; o refiriendo a quien lo plantee al párrafo, figura, o tabla del libro que cubra la cuestión si ello es posible. Pero las actualizaciones y ampliaciones, que aparecen en el programa y están escritos con letra cursiva, se explicarán con detalle* procurando dedicarles el mayor tiempo posible, lo mismo que a la solución de los problemas con los comentarios que provoquen.

## PROGRAMA del M-80:

### Capítulo 1.- NOCIONES BÁSICAS SOBRE INSTRUMENTACIÓN Y MEDICIÓN DE VARIABLES. SIMBOLISMOS USADOS.

- 1.1. ¿Qué es un instrumento?. Tipos de instrumentos.
- 1.2. Sistemas transmisor-receptor.
- 1.3. Criterios de diseño de la instrumentación: equilibrio de movimientos, equilibrio de fuerzas y transducción directa.
- 1.4. Simbolismos y representaciones según ISA y SAMA.
- 1.5. Lazo cerrado de regulación automática.
- 1.6. Ejercicios. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

### Capítulo 2.- TERMINOLOGÍA. CONCEPTOS TECNOLÓGICOS E INCERTIDUMBRE EN LA MEDICIÓN. TIPOS DE ERROR.

- 2.1. Terminología: conceptos generales según ISA, sobre campo de medida, amplitud, límites y otros.
- 2.2. Exactitud de un instrumento (Accuracy). Incertidumbre en la medición y calidad.  
2.2.1. *Exactitud, precisión y bias.* 2.2.3. *Incertidumbre y calidad. ISO 9000 y «Confirmación metrológica».*
- 2.3. Errores típicos de los instrumentos.  
2.3.2. Tipos de error en el instrumento.- *Error de cuantificación, y dinámico.* 2.3.3. *Cálculo del error de una cadena de medida.*
- 2.4. Ejercicios. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

### Capítulo 3.- CALIBRADO Y AJUSTE DE INSTRUMENTOS.

- 3.1. *Conceptos relacionados con el calibrado y la trazabilidad ISA/ISO.*
- 3.2. Estudio del cuadrilátero articulado que une el elemento de medida con el brazo de pluma o índice de lectura.
- 3.3. Procedimiento de calibrado y ajuste de aparatos, y de tarjetas de entrada y salida de sistemas digitales.
- 3.4. Problemas. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

### Capítulo 4.- DETECTORES Y AMPLIFICADORES NEUMÁTICOS.

- 4.1. Sistema detector lengüeta-tobera.
- 4.2. Amplificador neumático.
- 4.3. Relé aspirador.

### Capítulo 5.- MEDICIÓN DE PRESIÓN.

- 5.1. *Definición y unidades de presión y de presión hidrostática, y de densidad o masa específica y de peso específico.*
- 5.2. *Presión relativa, presión absoluta, presión diferencial, vacío, y presión atmosférica.*
- 5.3. *Elementos y aparatos de medida de «presión» (relativa, absoluta, diferencial etc). Manómetros y transductores.*  
5.3.4. *Transmisores neumáticos y electrónicos de presión diferencial estáticamente equilibrados, con transducción directa e inteligentes.* 5.3.5. *Ajuste, calibrado y puesta en servicio de transmisores de presión diferencial, en el taller de mantenimiento y en el campo (y ajuste del cero a la presión del proceso para caudal –con énfasis en seguridad-). Exactitud de «Patrones».* 5.3.6. *Ley de Ohm. Generación de los 4-20 mA de señal de transmisión. Circuito básico de transmisión 4-20 mA.*
- 5.4. Consejos prácticos relativos a las tomas de presión
- 5.5. Interruptores de presión: Presostatos. *Obtención de un diferencial ajustable amplio (tanto como sus límites de ajuste máximo y mínimo) con un presostato de dos puntos de ajuste y un relé de enclavamiento.*
- 5.6. Problemas. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

## Capítulo 6.- MEDICIÓN DE CAUDAL.

- 6.1 Definición y unidades. *Coficiente de descarga.*
- 6.2 Medidores de caudal basados en la medición de una presión diferencial. 6.2.1. *Principio de funcionamiento. Fórmulas aplicables.* 6.2.8. *Ejemplos de instrumentos, y elementos primarios tipo cuña y cono en V.*
- 6.3 *Medidores de área variable: Rotámetros.* 6.3.1. *Principios de funcionamiento.* 6.3.2. *Variantes constructivas.* 6.3.3. *Flotadores.*
- 6.4 Medidores de impacto
- 6.5 Medidores electromagnéticos. *Ampliación y ventajas de las últimas variantes*
- 6.6 Medidores de caudal con salida digital: Turbinas y tipo Vortex (de vórtices). 6.6.1. Turbinas, factor K, montaje.- *Últimas variantes disponibles para flujos reversibles y con records de repetibilidad y relaciones  $Q_{max}/Q_{min}$ .* 6.6.2. Principio de funcionamiento y parámetros típicos del Vortex. 6.6.3. Instalación del Vortex
- 6.7 *Medición de caudal mediante ultrasonidos. Introducción.* 6.7.2. *Medidores por ultrasonidos de «tiempo de tránsito» y de tiempo de tránsito basado «diferencia de frecuencias».* 6.7.3. *Medidores por ultrasonidos por efecto Doppler.* 6.7.4. *Comentarios comunes a medidores de «tiempo de tránsito» y «Doppler».*
- 6.8 *Medición de caudal másico: Coriolis.*
- 6.9 *Métodos basados en mediciones puntuales.*
- 6.10 *Regulación autocontenida de caudal*
- 6.11 Comparación de medidores de caudal.
- 6.12 *Integradores o totalizadores de caudal.*
- 6.13 Interruptores de caudal.
- 6.14 *Medición de caudal en canales abiertos, con vertederos y con canales Parshall.*
- 6.15 Problemas. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

## Capítulo 7.- MEDICIÓN DE NIVEL Y DENSIDAD DE LÍQUIDOS..

- 7.1. Medidores por nivel óptico.
- 7.2. Medidores con flotador. *Medidor de flotador por variación de resistencia eléctrica.*
- 7.3. Medidores con desalojador.
- 7.4. Medición de nivel por presión hidrostática y presión diferencial.
- 7.5. Medición de nivel por ultrasonidos.
- 7.6 *Medición de nivel por métodos capacitivos.*
- 7.7 *Medición de nivel por métodos radiactivos, con énfasis en la seguridad.*
- 7.8. *Medición de nivel mediante radar.* 7.8.1. *Introducción y recordatorios. (Nota: la información en este punto es muy importante para todo lo relacionado con «ondas»).* 7.8.2. *Radar que mide con «paquetes de ondas», (PTOF).* 7.8.3. *Radar que mide con «frecuencia modulada» (FMCW).* 7.8.4. *Antenas.* 7.8.5. *Equipos con sonda guía-ondas.* 7.8.6. *Comentarios finales y consejos.*
- 7.9 *Interruptores de nivel.*
- 7.10. Instalación y montaje de medidores de nivel.
- 7.11. Medición de densidad de líquidos por presión diferencial.
- 7.12. *Medición de densidad y concentración de disoluciones. Conceptos de densidad, densidad relativa y “specific gravity” y unidades SI y otras. Areómetros y refractómetros.*
- 7.13 Problemas. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

## Capítulo 8.- MEDICIÓN DE TEMPERATURA.

- 8.1. *Definición y unidades. Importante entender toda la introducción.*
- 8.2. *Sistemas bimetalicos.*
- 8.3. *Sistemas térmicos llenos de fluido.*
- 8.4. *Pares termoelectrónicos. Termopares.* 8.4.5. *Verificación de termopares.* 8.4.6. *Tipos de termopares. Fabricación de termopares. Fundas protectoras. Aplicaciones. Características. Normas e ideas sobre color del aislante y polaridad de los cables de extensión y compensación. Selección. Límites de error. Exactitud de los distintos elementos y del sistema de medida en conjunto.* 8.4.7. *Tablas de temperatura / fem ® Anexo 1.*
- 8.5. *Sensores de resistencia y termistores (RTDs).* 8.5.1. *Introducción y puente de Wheatstone.* 8.5.2. *Conexión por dos, tres y cuatro hilos.* 8.5.3. *Tipos disponibles, características, gama de aplicación de los diferentes RTDs. Tabla Pt-100 DIN43760 ® Anexo 2.*
- 8.6. *Montaje de sensores de temperatura. Situaciones recomendables en tubos, depósitos y hornos. Características de fundas.*
- 8.7. *Medición de temperatura sin contacto.* 8.7.1. *Cuerpo negro.* 8.7.2. *Introducción a las leyes sobre la radiación.* 8.7.3. *Ley de Stefan-Boltzmann.* 8.7.4. *Ley de desplazamiento de Wien, y ley de radiación de Wien.* 8.7.5. *Ley de la densidad de potencia de radiación de Planck.* 8.7.6. *Cuerpos reales. [1º) Cuerpos reales. Poder emisivo. 2º) Cuerpos grises y no grises. Fórmulas aplicables. 3º) Tabla de poderes emisivos. 4º) Ideas y temas varios, absorciones. 5º) Principio de funcionamiento del pirómetro de dos colores].* 8.7.7. *Termómetros de radiación total.* 8.7.8. *Termómetros de radiación parcial: ópticos y de infrarrojos.* 8.7.9. *Exactitud de estas mediciones. Reproducibilidad. Influencia del poder emisivo sobre la precisión y exactitud.*
- 8.8 *Interruptores de temperatura. Termostatos.*
- 8.9. *Varios. Velocidad de respuesta de los distintos sistemas. Temperaturas superficial, promedio, y de diferencia entre dos puntos. Circuitos de tierra, interferencia electromagnética.*
- 8.10. Problemas. *Solucionarlos comentando las cuestiones que se planteen.*

ANEXOS incluidos en el manual:

- ANEXO 1.- TABLAS DE TEMPERATURA / FEM PARA DIFERENTES TIPOS DE TERMOPARES
- ANEXO 2.- TABLA DE TEMPERATURA / RESISTENCIA PARA TERMORRESISTENCIA Pt 100
- ANEXO 3.- TABLAS DE LONGITUDES DE ONDA  $\lambda$  (m), TEMPERATURA ABSOLUTA T (K), Y DENSIDAD DE POTENCIA DE RADIACION  $M_\lambda$  (W/m<sup>2</sup>), SEGUN LA LEY DE PLANCK ENTRE 100 K y 20 000 K
- ANEXO 4.- SISTEMAS DE UNIDADES. CONVERSION DE UNIDADES DE PRESION, CAUDAL, NIVEL, Y TEMPERATURA. RECORDATORIOS
- ANEXO 5.- RESPUESTAS A EJERCICIOS Y PROBLEMAS.

+ INDICE DE FIGURAS, INDICE DE TABLAS E INDICE ANALÍTICO.



Tiempo Real SA